

Métricas de Calidad y un Modelo Costo – Beneficio Ajustados a un Caso Real de la Industria del Software

Alejandro Sánchez, Daniel Riesco, Germán Montejano, Mario Peralta

Departamento de Informática

Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950

5700 – San Luis – Argentina

Tel: + 54 (0) 2652 – 424027 ext. 251

Fax: + 54 (0) 2652 – 430059

{asanchez, driesco, gmonte, mperalta}@unsl.edu.ar

Resumen

Las inspecciones de documentos de software son uno de los métodos más efectivos para detectar defectos, evitando la espera hasta la etapa de pruebas y brindando a la gerencia del proyecto valiosa información en tiempo real.

Para analizar la utilización de inspecciones es necesario considerar la evolución de la calidad de los documentos inspeccionados, y la conveniencia económica del proceso. La calidad de los documentos se mide y compara utilizando métricas significativas. La rentabilidad se analiza planteando un modelo de costos – beneficios, obteniendo de éste la ganancia neta y el retorno de inversión. Ambos índices económicos revelan si la utilización de inspecciones fue beneficiosa.

En este trabajo se estudian los resultados obtenidos en un caso real de aplicación de inspecciones dentro de la industria del software. Las mismas se utilizan sobre documentos de la definición de la base de datos de un sistema de gestión. Para la evaluación se emplea una métrica de calidad conocida, y se introduce una específica para la clase de documentos analizados, obteniéndose valores más significativos para la gerencia del proyecto. Además se emplea un modelo de costo – beneficio conocido, ajustado al caso particular.

Palabras Claves : Ingeniería del Software, SQA, Métricas, Inspecciones.

1. Introducción

Planear, medir y controlar el proceso de desarrollo de un software le facilita a la gerencia del proyecto entregar el producto con suficiente calidad, en tiempo planificado y dentro de presupuesto. Existen métodos que permiten conocer el avance del proceso. Además de las tradicionales pruebas, entre los principales se encuentra también el uso de inspecciones.

Las inspecciones son un método formal, eficiente y económico de encontrar defectos en documentos de diseño y código. Es conocido que la utilización de inspecciones sobre estos documentos presenta numerosos beneficios [1].

La mejora en la calidad de los documentos revisados en una etapa temprana del proceso es uno de los mencionados beneficios. Desde el punto de vista económico, una inspección es una inversión temprana en el aseguramiento de la calidad para evitar rehacer trabajo durante etapas posteriores del proyecto [2]. Cuando las inspecciones no son usadas, y los errores son encontrados durante la ejecución de los casos de prueba, el costo de rehacer el trabajo comparado con el costo total del proyecto puede ser sorprendentemente alto. Es por esta razón que los errores deben ser hallados y corregidos tan próximos al lugar de origen como sea posible [3].

El aprendizaje de los autores que evitan introducir nuevamente los mismos defectos es otro efecto positivo. Para asegurar la eficacia de las inspecciones, es importante que la información obtenida a partir de estas, no se use para la evaluación de los desarrolladores.

Otro beneficio es el incremento en la efectividad de las pruebas y la reducción del costo y tiempo de las mismas, ya que la cantidad de defectos a ser depurados es menor. En las pruebas no es seguro que los caminos ejecutados cubran todas las líneas de código. A diferencia de esto, durante una inspección todas las líneas de código son revisadas al menos una vez..

El enfoque empleado en las inspecciones permite eliminar defectos en una etapa temprana, complementando y haciendo más efectivas las actividades de prueba que se realizan posteriormente para la verificación final de la calidad del documento.

Desde el punto de vista de la gerencia de un proyecto, el aporte más importante es el feedback con resultados detallados obtenido en tiempo real. Esta información puede emplearse para ajustar la planificación a la realidad del proyecto, y de ser necesario tomar acciones preventivas y correctivas sobre el proceso de desarrollo.

El empleo de inspecciones incrementa notablemente el volumen de información disponible sobre el estado del proyecto. Dicha información debe poder ser interpretada por la gerencia del mismo para que sirva de fundamento en la toma de decisiones. Se dispone de métricas e índices significativos que permiten concentrar la atención en los documentos problemáticos, pudiendo ajustar la planificación del proyecto desde una etapa temprana, cuando aún se dispone de tiempo. Estas métricas e índices posibilitan evaluar los costos – beneficios de la introducción de una inspección sobre un documento determinado, y decidir además si es conveniente una reinspección.

Las métricas empleadas dan una idea del costo de la inspección efectuada y de la calidad del documento inspeccionado. Para facilitar una clara interpretación de las mismas, es conveniente que estas sean lo más significativas posible.

En este trabajo se estudia la utilización de inspecciones sobre documentos de definición de bases de datos. Se aplican los índices y métricas conocidas en un caso real de la industria de software. Con el objeto de obtener un valor más significativo que los convencionales, se introduce una métrica específica para esta clase de documentos, la cual brinda una mejor perspectiva sobre la calidad del documento.

En la siguiente sección se describe brevemente como se desarrolla, en general, un proceso de inspección. Luego se muestra el modelo de costo – beneficio que se utiliza para evaluar la rentabilidad del proceso, y las métricas para analizar la evolución de la calidad de los documentos inspeccionados, ambos ajustados a la clase de documentos del caso real estudiado. Inmediatamente se muestran los resultados obtenidos y la evaluación de dicho caso real. Finalmente, en base a los resultados y la experiencia se enuncian las conclusiones.

2. Proceso de Inspección

En general, el proceso de inspección puede efectuarse sobre un documento que puede ser código, diseño detallado o diseño de alto nivel de abstracción. Aunque es posible encontrar variantes y diferentes puestas en práctica, la inspección se realiza usualmente en seis etapas, a las cuales denominamos planificación, reunión inicial, preparación, puesta en común, corrección, y verificación [4].

En la etapa de planificación, el moderador establece el equipo de inspección, el criterio de verificación (posiblemente a través de un checklist), se asegura que cada miembro se encuentre preparado para la tarea, disponga de los materiales, y agenda la puesta en común.

En la reunión inicial el autor del documento explica el propósito, las características y funcionamiento del documento a inspeccionar. Esta reunión facilita la comprensión del documento al equipo de inspección. En muchos casos esta reunión puede no ser necesaria, por lo que el moderador puede decidir no realizarla.

En la etapa de preparación los miembros del equipo examinan individualmente el documento en búsqueda de defectos, dejando constancia de los hallados en un formulario provisto por el moderador. Además cada inspector deja registro en este formulario del tiempo que le consume esta etapa. La tarea de inspección es llevada a cabo individualmente con el objeto de aumentar la eficiencia del grupo [5].

En la puesta común los miembros del equipo de inspección reúnen los defectos hallados en una sola lista. Los defectos son discutidos pudiéndose detectar nuevos a partir de esto, y registrados teniendo en cuenta su tipo. El objetivo de la reunión es descubrir los defectos, pero no proponer una solución, lo cual es tarea del autor. Si el documento debe ser corregido en un porcentaje importante el moderador puede indicar que será necesaria una reinspección del mismo. El moderador envía los datos obtenidos al autor y al grupo responsable de la Calidad.

En la corrección el autor examina los defectos encontrados y hace los cambios necesarios. Una vez finalizados los cambios, el autor los discute con el moderador, quien puede requerir una reinspección.

En la etapa de verificación, el moderador se asegura que todos los defectos detectados en la inspección, han sido corregidos. La inspección termina solo cuando el moderador comprueba que todos los defectos han sido corregidos.

3. Métricas de calidad y Ajuste del Modelo de Costo – Beneficio

Los documentos inspeccionados en el caso real, son utilizados en la creación de una base de datos. Dado que el software desarrollado es de gestión, la base de datos representa una piedra fundamental del mismo. Como consecuencia, un defecto en este documento tendrá un alto impacto en el resto de la aplicación. Para estudiar la evolución de la calidad de los documentos inspeccionados se utilizan dos métricas, una tradicional y otra establecida específicamente.

Esta clase de documentos puede analizarse como de diseño detallado o código. La ambigüedad surge por la posibilidad de obtener un modelo de entidad-relación a partir de los documentos de código de creación de la base de datos. El camino inverso también es posible hacerlo. En la actualidad existen numerosas herramientas de modelado de datos que incluyen esta funcionalidad, permitiendo además mantener actualizada la correspondencia entre ambas clases de documentos.

Una métrica que es posible emplear para valorar cual es la calidad de un documento cualquiera en la inspección t , es la cantidad de defectos cada mil líneas de código (DPKLOC, ver Ecuación 3). De esta forma se normaliza la cantidad de defectos por las líneas de código, haciendo posible comparar la calidad de dos documentos diferentes. Esta métrica es conveniente y significativa cuando el documento inspeccionado es código, pero cuando se trata de diseño, puede no resultar apropiada.

t : Índice del ciclo de inspección (1,2)
 m : Cantidad de clases de severidad de defectos, por ejemplo mayor y menor
 $m = 2$
 s : Nivel de severidad de una clase de defecto (1, ..., m)
 D_t^s : Cantidad de defectos de la clase s encontrados en el ciclo de inspección t
 L_t : Cantidad de líneas del documento
 T_t : Cantidad de Tablas del documento
 $DPKLOC_t$: Cantidad de Defectos Promedio cada 1000 Líneas de Código en la inspección t
 DPT_t : Defectos Promedio por Tabla en la inspección t

Ilustración 1

Teniendo en cuenta que los documentos de creación de una base de datos pueden considerarse un documento de código, podría ser válido aplicar la métrica DPKLOC sobre ellos, aunque en realidad es posible emplear una más significativa. En este tipo de documentos encontramos determinadas construcciones características, como por ejemplo, tablas, columnas, y claves extranjeras. Estas construcciones también se encuentran en los documentos de diseño detallado en la forma de entidades, atributos y relaciones.

Con el propósito de normalizar una métrica más significativa, es posible utilizar la cantidad total de tablas, o atributos, o claves extranjeras, o una combinación de estos valores. Una métrica de este estilo provee una mejor perspectiva de cual es la calidad del documento en función del tamaño y complejidad del esquema de la base de datos.

$$DPT_t = \frac{\sum_{s=1}^m D_t^s}{T_t}$$

Ecuación 1

$$CT_t = CI + CD_t^l + CD_t^r$$

Ecuación 2

$$DPKLOC_t = \frac{\sum_{s=1}^m D_t^s}{L_t}$$

Ecuación 3

A pesar de no ser necesariamente la mejor opción, es conocido que en el ambiente industrial los gerentes de proyecto utilizan la cantidad de tablas como estimación del tamaño y complejidad de un esquema de base de datos. Por este motivo se considera conveniente utilizar dicho valor y definir la métrica: Defectos Promedio por Tabla (DPT, ver Ecuación 1). Esta métrica significativa nos permite evaluar la evolución de la calidad de los documentos de definición de bases de datos, pero además es importante conocer cual es la rentabilidad de la utilización de inspecciones sobre estos documentos.

CD_t^l : Costo directo de lectura durante la etapa de preparación del ciclo de inspección t

CD_t^r : Costo directo de la reunión del equipo

CI_t : Costo indirecto del ciclo de inspección t

CT_t : Costo total del ciclo de inspección t

CPCD : Costo promedio de corrección de un defecto

B^s : Costo esperado de eliminar un defecto de clase s en etapas posteriores del proyecto

$EPDD_t$: Esfuerzo promedio por defecto detectado en el ciclo de inspección t

G_t : Ganancia neta del ciclo de inspección t

RI_t : Retorno de inversión del ciclo de inspección t

Ilustración 2

El modelo económico utilizado para evaluar el costo - beneficio de una inspección, tiene en cuenta tanto costos directos, como costos indirectos [1]. El costo total de una inspección es la suma de estos dos tipos de costo (ver Ecuación 2). En la Ilustración 1 y la Ilustración 2 se pueden ver las variables e índices del modelo.

Los costos indirectos son los que provienen de tomar la decisión de efectuar la inspección, pero no del esfuerzo de los inspectores involucrados. Estos incluyen el costo del planeamiento, las posibles demoras en el proyecto, y en caso de asignar desarrolladores de otros proyectos las demoras en estos otros.

Los costos directos varían con la cantidad de personas involucradas en la inspección y el esfuerzo que invierten en la lectura y reuniones. Para el costo directo se suman el esfuerzo individual de la detección de defectos (CD^l) y el esfuerzo de crear la lista en equipo durante la puesta en común (CD^r).

Una vez obtenido el costo total (CT) de la inspección t, podemos calcular el esfuerzo promedio por defecto detectado (EPDD, ver Ecuación 4). Este valor representa el costo de detectar cada defecto en el documento. Es posible asumir que si la calidad del documento es alta, el EPDD también es alto, por lo tanto es poco usual que sea económicamente conveniente aplicar más de dos ciclos de inspecciones sobre un mismo documento.

$$EPDD_t = \frac{CI_t + CD_t^l + CD_t^r}{\sum_{s=1}^m D_t^s}$$

Ecuación 4

Los beneficios de una inspección provienen de estimar el costo de rehacer el trabajo si los defectos hubieran sido detectados posteriormente. El gerente del proyecto debe estimar los beneficios asociados a la detección de un defecto. Este beneficio producto del ahorro, depende de la severidad del defecto y del impacto que hubiera tenido en el proyecto, el cual puede variar de acuerdo a la fase del desarrollo en el cual el defecto hubiera surgido naturalmente.

Estudios previos [3][6] han demostrado que se puede estimar la proporción en que se incrementa el costo de la corrección de un defecto conforme se aleja el proceso de desarrollo del punto en que fue originado. La Ilustración 3 muestra los costos relativos de los defectos en función de la etapa en que son detectados, estos costos han sido estudiados de manera separada por tres reconocidas empresas. En este costo también influye la severidad del defecto hallado.

De la Ilustración 3 podemos ver que la corrección de un defecto detectado durante los tests de desarrollo cuesta: 6 veces más que si se hace durante la captura de requerimientos, 4 veces más que si se hace durante el diseño, y 2 veces más que utilizando inspecciones durante la codificación. Los costos de la detección y corrección de errores durante la operación del software se vuelven 10 (o más) veces más caros que si se detectan y corrigen durante la codificación o las pruebas de desarrollo. La severidad es un factor que influye en el costo y que también debe ser tenido en cuenta.

Una posible clasificación de los defectos según su severidad establece cuatro niveles, dependiendo del esfuerzo necesario para encontrarlos y corregirlos si no son encontrados durante una inspección. En el nivel 0 o trivial se encuentran los defectos que son solucionados fácilmente por un desarrollador. En el nivel 1 o menor se encuentran los defectos que solo tienen un impacto local. En el nivel 2 o mayor se encuentran los defectos difíciles de encontrar y que suponen una serie de cambios para ser solucionados. Finalmente en el nivel tres o crítico encontramos los defectos que pueden requerir una nueva implementación del sistema si no son encontrados oportunamente. De acuerdo a esto es posible estimar un valor B^s para cada nivel de severidad s (s de 0 a 3) de los defectos.

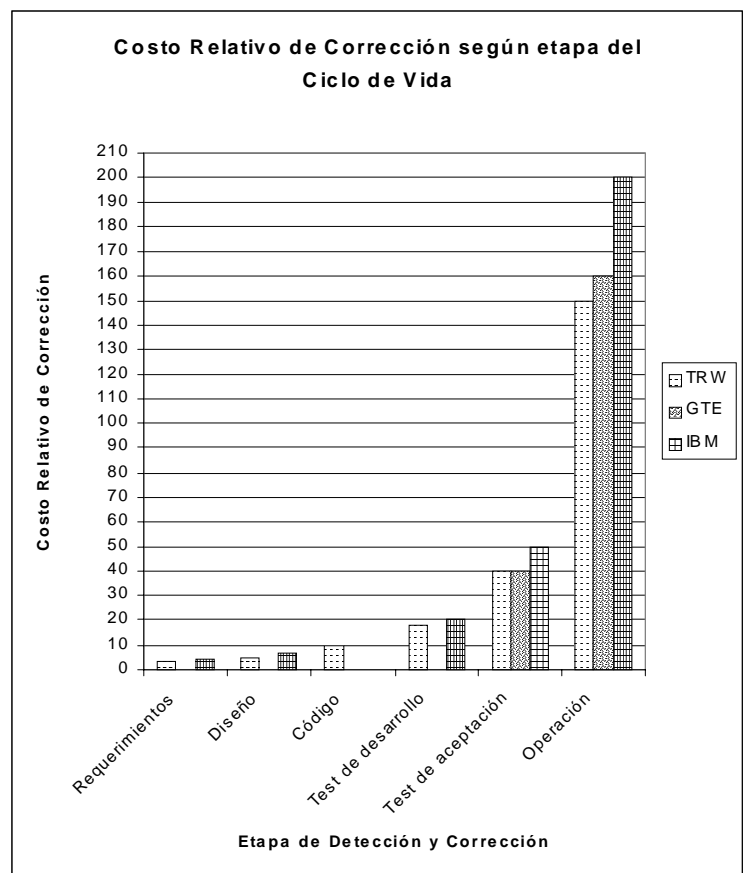


Ilustración 3

$$G_t = \sum_{i=1}^m (B^i \times D_t^i) - CT_t$$

Ecuación 5

$$RI_t = \frac{G_t}{CT_t}$$

Ecuación 6

Una vez fijadas las estimaciones de los valores de B^s , es posible evaluar los costos y beneficios del ciclo de inspección t de un documento. Los índices económicos que se utilizan para esto son la ganancia neta (G_t , Ecuación 5), y el retorno de inversión (RI_t , Ecuación 6). La ganancia neta indica cual es la ganancia obtenida a partir de la estimación del ahorro producido en la inspección, menos el costo de la misma. El retorno de la inversión es la ganancia neta por unidad de costo invertida. Estos dos índices solo tienen sentido si son utilizados en conjunto.

4. Caso real

Se analizan los resultados obtenidos de utilizar inspecciones en los documentos correspondientes a la creación de la base de datos de un sistema de Salud. Dicho sistema es desarrollado por una UTE (Unión Transitoria de Empresas) conformada por dos empresas multinacionales.

Teniendo en cuenta la importancia de los documentos dentro del proyecto, se efectuaron dos ciclos de inspección sobre éstos. A continuación se muestran los valores obtenidos al analizar los resultados de las inspecciones, mostrando la evolución de la calidad y la aplicación concreta de las métricas enunciadas en la sección anterior.

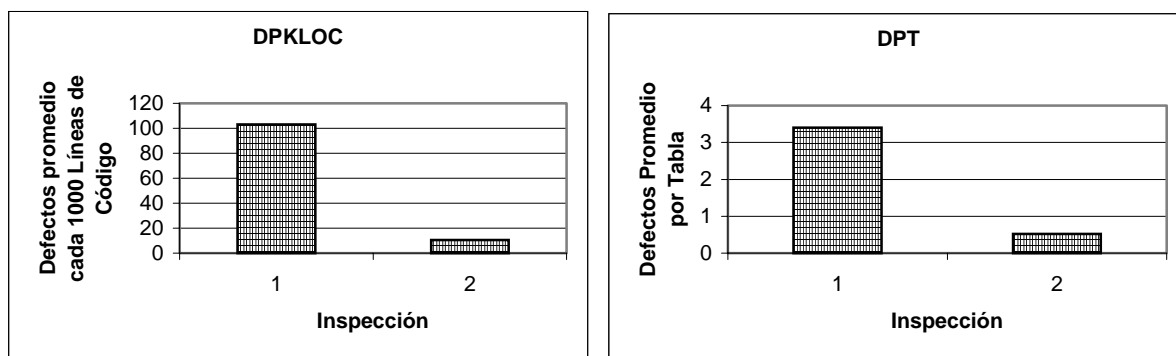


Ilustración 4

4.1. Calidad

Luego de efectuar dos ciclos de inspecciones se observa (ver Ilustración 4), una considerable mejoría. Sin embargo, las métricas difieren en cuál es el porcentaje en que se produjo la mejora.

DPKLOC muestra que la calidad mejoró 10 veces y DPT muestra una mejora de 6,6 veces. La diferencia entre los dos valores se fundamenta en este caso particular, en que el script en la segunda versión duplicó la cantidad de líneas de código, mientras que la cantidad de tablas sufrió un incremento pequeño. La complejidad del esquema creció sin lugar a duda con la corrección del mismo, pero sin lugar a duda no llega a duplicarse y solo se incrementa en una pequeña proporción. Por lo que DPT resulta más significativa y ajustada a la realidad que DPKLOC.

4.2. Costo – Beneficio

	Cantidad de Defectos Detectados				
	Clase de severidad				Total
	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
Inspección 1	103	41	73	7	224
Inspección 2	3	7	31	7	48

Tabla 1

La evaluación de la conveniencia de los ciclos de inspección, como ya se mencionó, se efectúa a través de la ganancia neta y del retorno de la inversión. Antes de calcular estos valores se describen los parámetros utilizados.

La cantidad de defectos detectados en los dos ciclos de inspección se muestran en la Tabla 1. El costo de la detección y corrección de los defectos, se obtiene sumando al EPDD el costo promedio de la corrección de cada defecto. La estimación del ahorro se calcula utilizando los datos de la Ilustración 3. También se supone de manera conservativa que el costo de corrección en la etapa de pruebas es el mismo para todas las clases de severidad de los defectos.

	EPDD [horas]	CPCD [horas]	CTC [horas]	B [horas]	G [horas]	RI
Inspección 1	0,24	0,63	201	779,52	578,52	287 %
Inspección 2	0,75	0,63	114,24	264,96	150,72	131 %

Tabla 2

La estimación de los beneficios se obtiene sumando el EPDD y el CPCD y multiplicándolo por 4 (según Ilustración 3), este valor es el ahorro producido al detectar un defecto en la etapa de diseño en lugar de la de pruebas. El valor obtenido representa el ahorro promedio por defecto, al hacer el producto con la cantidad de defectos detectados, obtenemos la estimación del ahorro total en el ciclo de inspección t (B en la Tabla 2). La ganancia neta (G en la Tabla 2) es este valor de B menos el costo total del ciclo (CTC en la Tabla 2) de inspección y corrección de los defectos

Como puede observarse en la Tabla 2, desde el punto de vista económico, la utilización de inspecciones sobre estos documentos resulta una buena inversión, aún utilizando datos conservadores.

Se destaca que la ganancia neta y el retorno de inversión del segundo ciclo son notablemente menores a los del primer ciclo. Este resultado es previsible ya que se trata de un documento que ya ha sufrido una inspección, y la cantidad de defectos a detectar es inferior. Esto hace que el esfuerzo de detección se incremente y los beneficios se reduzcan.

5. Conclusiones

Desde el enfoque que concierne a la calidad del documento inspeccionado, en el caso real analizado es indudable que existe una importante mejora. Ambas métricas empleadas como medida de la calidad lo demuestran. Sin embargo resulta más significativa la métrica DPT, por ser específica para la clase de documento al que pertenece el inspeccionado.

Como se mencionó, la cantidad de tablas de una base de datos, proporciona una idea más intuitiva del tamaño y complejidad de la misma, que la cantidad de líneas de código del script de creación de ésta. Es por esto que se considera que la métrica DPT resulta más significativa para la gerencia del proyecto y se ajusta mejor a la clase de documento inspeccionado.

Desde el punto de vista económico, el empleo de inspecciones sobre documentos es beneficioso, obteniéndose en general ganancias netas y retornos de inversión positivos. En particular, para el caso real analizado, se desprende que los dos ciclos de inspección ejecutados sobre el documento de definición de la base de datos fueron una inversión excelente.

6. Referencias

- [1] Investigating the Cost-Effectiveness of Reinspections in Software Development. S. Biffel, B. Freimut and O. Laitenberger. Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering (ICSE'01). IEEE Computer Society, 2001.
- [2] Software Inspections. T. Gilb and D. Graham. Addison-Wesley, 1993.
- [3] Software Engineering Economics. Barry W. Boehm. Prentice Hall, 1981.
- [4] Design and Code Inspections to Reduce Errors in Program Development. M.E. Fagan. IBM Systems Journal, vol. 15, no. 3, pp. 182-211, 1976.
- [5] Influence of Team Size and Defect Detection Technique on Inspection Effectiveness. Stefan Biffel, Walter Gutjahr. Proceedings of the Seventh International Software Metrics Symposium (METRICS'01). IEEE Computer Society, 2001.
- [6] Handbook of Software Quality Assurance. G. Gordon Schulmeyer, James I. McManus. Prentice Hall, 1999.